

COOL & LOW NOISE ASPHALT PROJET LIFE

— LES RÉSULTATS ACOUSTIQUES ET THERMIQUES DU PROJET À L'ÉPREUVE DES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Projet cofinancé par le programme européen LIFE

2018 - 2023 : 5 années d'expérimentation sur trois sites pilotes parisiens, avec un monitoring constant des résultats acoustiques et thermiques, pour dévoiler aujourd'hui les impacts réels sur la santé publique et sur l'adaptation climatique.

Avril 2023



LE CONTEXTE

Dans les grandes villes européennes, 37 millions de personnes sont exposées à des niveaux de bruit dangereux pour la santé. À Paris, c'est 22 % de la population qui est concernée. En parallèle de ce problème de pollution sonore, des études ont montré l'augmentation de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur en Europe depuis 30 ans. Ces épisodes sont amplifiés par le phénomène des Îlots de Chaleur Urbains (ICU) caractérisé, dans les secteurs urbanisés, par des températures de l'air et des surfaces supérieures à celles des zones rurales. Ces deux phénomènes, d'autant plus lorsqu'ils sont couplés, sont néfastes pour la santé des habitant-es de ces zones urbaines.

Le projet LIFE COOL & LOW NOISE ASPHALT a eu pour ambition de réduire le bruit issu du trafic routier en ville (bruit de roulement) et d'atténuer l'intensité des ICU en développant des formules innovantes d'enrobés bitumineux qui possèdent des propriétés phoniques et thermiques, tout en conservant une bonne durabilité mécanique. Les résultats des évaluations montrent que les objectifs identifiés en début du projet ont été atteints dans la majorité des cas, et que les solutions LIFE COOL & LOW NOISE ASPHALT peuvent être inscrites parmi les réponses possibles d'adaptation climatique et de réduction du bruit, dans une approche intégrée pour améliorer la qualité de vie de toutes et tous en milieu urbain.

En particulier, l'analyse des résultats à travers l'étude de l'impact socio-économique, permet de mieux comprendre les enjeux réels du projet sur la santé et sur l'adaptation climatique.

Tout en gardant l'approche intégrée de l'adaptation climatique, cette publication vise à montrer les résultats d'une recherche plus ample, à travers laquelle s'opère l'interprétation des résultats du projet.



©COLAS - Joachim Bertrand

SUIVI DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE VOLET BRUIT

Détermination des bénéfices observés en lien avec la diminution du bruit

INTRODUCTION

À l'instar de Paris, en Europe, les axes de circulation en zone urbaine sont généralement limités à 50 km/h et rythmés par les feux de circulation et la congestion du trafic. Plusieurs études¹, ont montré que pour des vitesses instantanées comprises entre 30 et 50 km/h, ce qui est fréquemment le cas en zone urbaine, le bruit de roulement des pneumatiques sur les revêtements de chaussée pouvait dépasser celui du moteur. Outre la gêne ressentie par la population, ce problème peut être à l'origine d'effets sanitaires importants, notamment la nuit à cause des perturbations sur la qualité du sommeil, ou des répercussions sur le système cardio-vasculaire. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère que le bruit est le second paramètre environnemental, après la pollution de l'air, ayant un impact sanitaire sur les citoyens.

OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

En concevant de nouveaux revêtements de chaussée aux propriétés à la fois phoniques et thermiques, le projet LIFE COOL & LOW NOISE ASPHALT propose de nouveaux outils concrets au service de ces politiques, contribuant à offrir une amélioration réelle et durable du bien être des citoyens.

L'acceptabilité de ces solutions repose en partie sur les résultats de l'évaluation socio-économique des solutions testées :

- **diminution du nombre de personnes en situation de dépassement des valeurs limites pour le bruit routier,**
- **diminution du nombre d'années de vie de bonne santé perdues du fait des troubles du sommeil et de la gêne liée au bruit pour les riverains,**
- **diminution du coût social du bruit (à l'échelle du pilote et dans le cas d'une extrapolation à l'ensemble de la chaussée parisienne).**

Il s'agit de quantifier et de monétariser l'amélioration de la qualité de vie et de l'état de santé des riverains, ainsi que l'amélioration de la productivité au travail et la valorisation immobilière des logements qui résulteront de la diminution de bruit constatée sur les sites d'expérimentation².



C. RIBEIRO - Bruitparif

1. Low-noise road surfaces, Eurocities, May 2015.
2. Coût social du bruit en France, estimation du coût social du bruit en France et analyse de mesures d'évitement simultané du coût social du bruit et de la pollution de l'air, ADEME, Octobre 2021.

PREMIERS RÉSULTATS

Le projet a de nombreuses répercussions positives sur l'économie locale et la population : un impact économique indirect lié à l'amélioration de la qualité de vie (diminution de la gêne) et de l'état de santé (amélioration de la qualité du sommeil, diminution des risques cardio-vasculaires...) des populations riveraines des voiries qui auront bénéficié des nouvelles formulations de chaussée, en lien avec la diminution du bruit (cf. tableaux 1 et 2).

Δ Ln par rapport à l'initial	État zéro	2019	2020	2021	2022
SMAPhon (enrobé)	-3.1	-2.7	-2.1	-2.4	-2.1
BBphon+ (enrobé)	-2.3	-1.4	-1.0	-1.4	-1.2
PUMA (asphalte)	-1.1	-1.1	-1.3	-1.4	-1.6
Moyenne (+ 0,137 dB/an)	-2.18	-2.04	-1.90	-1.77	-1.63

Tableau 1 : Suivi annuel de l'indicateur Δ Ln par rapport à l'état initial.

Δ Ln par rapport à la référence	État zéro	2019	2020	2021	2022
SMAPhon (enrobé)	-1.3	-1.1	-0.7	-0.6	0.2
BBphon+ (enrobé)	-1.4	-1.1	-1.1	-0.5	-0.3
PUMA (asphalte)	-	-	-	-	-
Moyenne (+ 0,137 dB/an)	-1.39	-1.06	-0.73	-0.41	-0.08

Tableau 2 : Suivi annuel de l'indicateur Δ Ln par rapport à la solution de référence.

Sur la base de ces réductions sonores prises en considération exclusivement en période nocturne (22h - 6h), l'évaluation complète de l'économie annuelle en millions d'euros (M€) engendrée par le recours aux revêtements de chaussée innovants sera finalisée au premier semestre (juin 2023).



bien-être humain = valorisation économique

Compte tenu des objectifs escomptés en matière de diminution du bruit en façade des riverains (de l'ordre de -2 dB(A)), la valorisation économique de l'amélioration de l'état de santé des Parisien·nes, en lien avec la généralisation de la pose des nouveaux revêtements sur la chaussée parisienne pourrait atteindre le milliard d'euros.



Une première évaluation des coûts prend en compte les principaux facteurs économiques :

- sanitaire (gêne et perturbation du sommeil),
- économique (perte de productivité due aux perturbations du sommeil),
- coût moyen d'utilisation et d'entretien des solutions innovantes par rapport aux solutions classiques.

Différents scénarios de déploiement des solutions innovantes sur le réseau routier parisien sont étudiés dans le cadre du projet LIFE COOL & LOW NOISE ASPHALT : déploiement intégral ou partiel. Nous présentons les résultats pour deux scénarios de déploiement :

- le réseau routier parisien à 50 km/h (environ 10% de la surface de voirie parisienne),
- l'intégralité du réseau routier parisien (environ 1600 km).

REPLACEMENT DES CHAUSSEES EXISTANTES PAR DES SOLUTIONS INNOVANTES

Si l'on traite le réseau routier parisien à 50 km/h (cf. figure 1), au bout de 5 ans, le remplacement des chaussées existantes par des solutions innovantes engendre une économie d'environ 90 M€³.

Sur l'ensemble du réseau routier parisien, l'économie serait de l'ordre de 976 M€ pour un investissement entre 90 M€ (SMaphon et BBphon+) et 375 M€ (PUMA).

ÉCONOMIE ASSOCIÉE AUX ENROBÉS INNOVANTS PAR RAPPORT AUX ENROBÉS STANDARDS

L'économie apportée par les enrobés innovants (SMaphon et BBphon+) par rapport aux enrobés standards (BBM0/10) est de l'ordre de 35 M€ au bout de 5 ans (cf. figure 2). Le surcoût serait amorti dès la première année. Si l'on traite l'intégralité du réseau routier parisien, l'économie serait de l'ordre de 390 M€ (cf. figure 3)

3. Le coût moyen de mise en œuvre des enrobés SMaphon et BBphon+ sur le réseau parisien à 50 km/h est estimé à environ de 10 M€. Il est d'environ 40 M€ pour l'asphalte PUMA. L'investissement serait amorti au bout d'un an pour les enrobés et environ deux ans pour l'asphalte.

PERSPECTIVES

La poursuite du suivi des performances acoustiques après le terme du projet permettra de disposer d'une évaluation socio-économique sur une période de dix ans. Si le projet pilote est concluant, l'ensemble de la voirie parisienne pourrait bénéficier, à terme, d'un enrobé aux propriétés phoniques et thermiques, devenant un exemple à destination des collectivités et professionnels européens.



Figure 1 : Réseau routier parisien à 50 km/h en 2022.



Économie par rapport à la référence en M€ Réseau routier parisien à 50 km/h traité avec la solution innovante

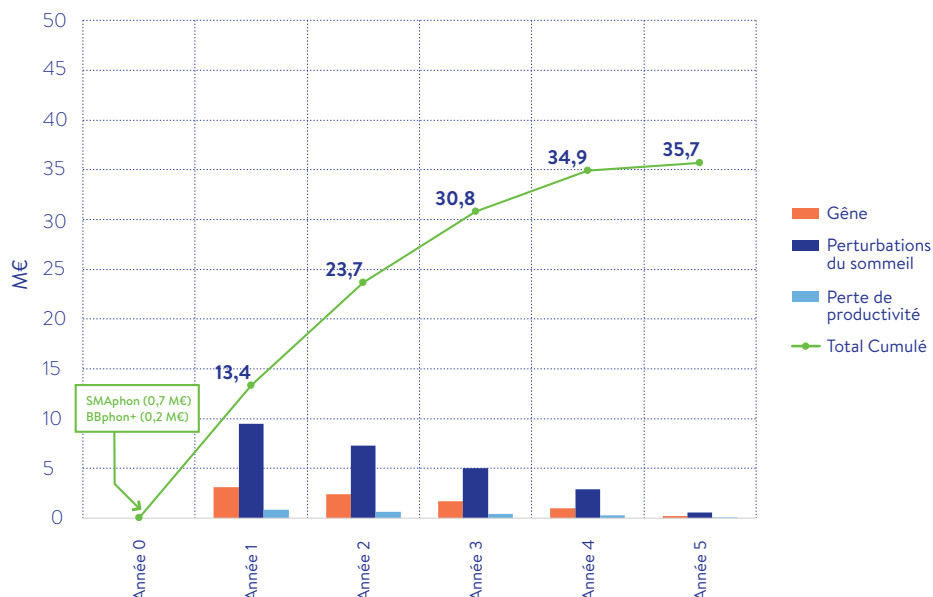


Figure 2 : Économie associée aux enrobés innovants par rapport aux enrobés standards ; réseau routier parisien à 50 km/h.



Économie par rapport à la référence en M€ Totalité du réseau routier parisien traité avec la solution innovante

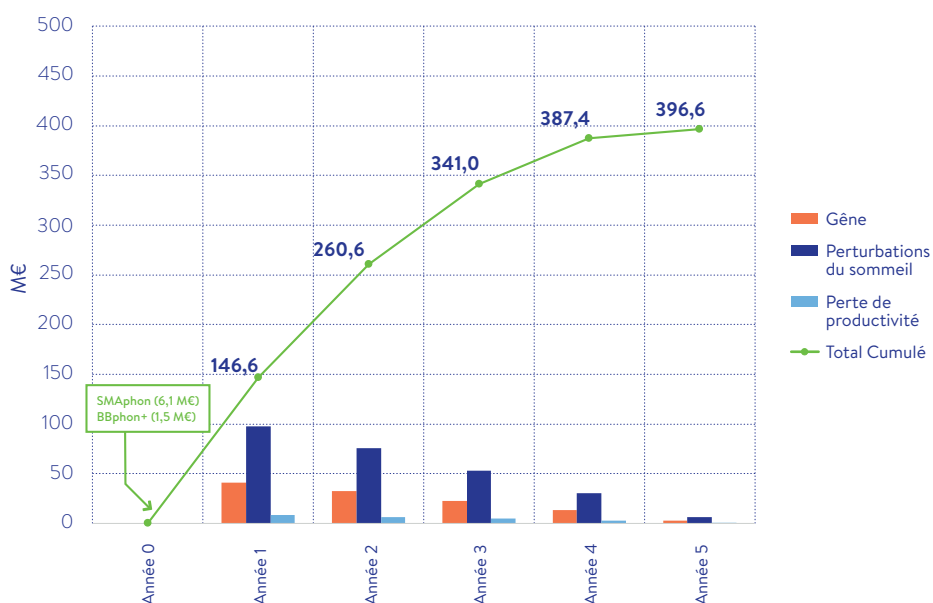


Figure 3 : Économie associée aux enrobés innovants par rapport aux enrobés standards ; totalité du réseau routier parisien.

SUIVI DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE VOLET THERMIQUE

Détermination des bénéfices observés en lien avec la réduction du phénomène d'îlot de chaleur urbain et adaptation aux épisodes de canicule

INTRODUCTION

L'inconfort thermique estival devient une préoccupation majeure avec la multiplication des vagues de chaleur. Exacerbé par le phénomène d'îlot de chaleur urbain, il est devenu indispensable de viser à réduire cet inconfort thermique en ville étant donné les impacts négatifs qu'il génère (risques sanitaires, surmortalité, etc.). L'analyse et l'étude de nouvelles techniques de rafraîchissement est désormais une priorité en architecture, en urbanisme et en aménagement afin de développer des solutions qui soient à la fois efficaces, économiques et résilientes face au changement climatique.

LA SOLUTION « COOL ASPHALT »

Pendant trois ans, trois nouveaux types de revêtements bitumeux ont été testés par la Ville de Paris dans trois rues identifiées. Des mesures (température de l'air, rayonnement, etc.) ont été réalisées pendant trois étés entre 2019 et 2021 lors de campagnes d'arrosage de la voirie pour évaluer le rafraîchissement produit par ce nouveau type de revêtement. Les résultats, très contrastés, ont mis en évidence une baisse de $-0,3^{\circ}\text{C}$ et de $-0,5^{\circ}\text{C}$ de la température moyenne de l'air ($-0,7^{\circ}$ et $-0,9^{\circ}$ d'UTCI) sur deux sites et une augmentation de $+0,5^{\circ}\text{C}$ ($+0,6$ d'UTCI) sur un site. Toutes ces mesures étaient réalisées avec un arrosage régulier toutes les 45 minutes environ.



OBJECTIFS DE CETTE ÉTUDE

À partir de ces résultats, le but de cette étude est dans un premier temps d'identifier les impacts socio-économiques (positifs ou négatifs) de la solution « Cool Asphalt » avec et sans arrosage. L'objectif est de mieux connaître les bénéfices qui pourraient être obtenus. Les impacts suivants ont été identifiés par la Ville de Paris qui est commanditaire de cette étude :

- Confort thermique extérieur
- Choix de mobilités (mobilités douces)
- Santé (impacts sanitaires de la chaleur, etc.)
- Consommation énergétique de climatisation
- Valorisation immobilière et touristique
- Bien-être, épanouissement

Dans un second temps, l'idée est d'estimer ces impacts à une échelle plus large en simulant un déploiement d'un revêtement de type « Cool Asphalt » arrosé à l'ensemble de la ville de Paris. Le but de cette seconde phase de l'étude est d'obtenir des valeurs de rafraîchissement global à l'échelle de toute une métropole et d'essayer d'évaluer les bénéfices qui pourraient résulter d'un remplacement partiel ou total des revêtements existants par ce type d'asphalte innovant. Le bureau d'étude SOLENEOS a été chargée de mener les deux volets de cette étude à la fin de l'année 2022.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie choisie par SOLENEOS pour mener cette étude repose sur deux axes : l'analyse de la littérature scientifique existante et la mobilisation d'experts dans différents domaines (médecine, géographie...) pour contrôler les résultats obtenus et valider les étapes intermédiaires. Le recours à la littérature scientifique nécessite de décomposer les résultats obtenus lors de la phase de mesure, afin de quantifier précisément chacun des impacts. La Figure 1 montre qu'il existe de nombreuses relations de cause à effet intermédiaires entre une solution de rafraîchissement et les impacts socio-économiques qu'elle peut générer. Une solution de rafraîchissement va modifier les propriétés physiques d'un objet, qui vont elles-mêmes agir sur des variables microclimatiques qui à leur tour affectent le confort thermique et qui génèrent des impacts. La Figure 2 montre que tous ces effets intermédiaires peuvent être décomposés indépendamment.

À partir de la Figure 2, il est possible de cartographier précisément la disponibilité de la littérature scientifique sur un sujet particulier et de démontrer la robustesse des résultats existants. Par exemple, la Figure 3 montre le type de relation qui est établi dans les principaux travaux de recherche qui traitent des impacts sanitaires des vagues de chaleur qui s'appuient essentiellement sur la température moyenne de l'air. De la même manière, la Figure 4 montre les relations qui sont mises en évidence dans les travaux qui concernent l'impact sur les choix de mobilités qui mesurent essentiellement l'effet de la température de l'air et de l'ensoleillement.

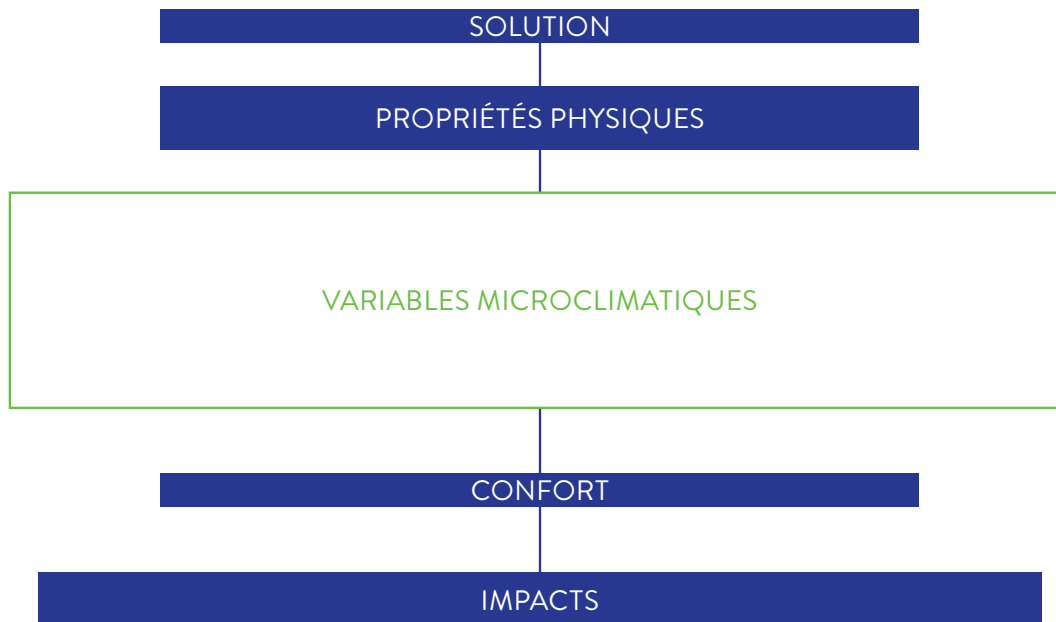


Figure 1 : Schéma des relations de cause à effet intermédiaires entre une solution de rafraîchissement et les impacts socio-économiques qu'elle peut générer.



RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Pour l'instant, les résultats mis en évidence par SOLENEOS concernent essentiellement les impacts sur la santé et les choix de mobilités. En ce qui concerne les impacts sanitaires, des résultats positifs ont été obtenus sur la base des travaux de Rupa Basu, épidémiologiste à l'Agence Californienne de Protection de l'Environnement. Elle affirme dans une étude de 2009 qu'avec « des valeurs seuils similaires en Méditerranée (29,4 °C) et en Corée (27 - 29,7 °C), une augmentation de 1°C de la température apparente correspondait à une augmentation de 3,12 % de la mortalité journalière dans les villes méditerranéennes, et à un effet beaucoup plus important en Corée (6,73 % - 16,3 % dans six villes) pour une période de temps similaire. » (Basu : 2009) Sur la base des études et des méta-analyses qu'elle a réalisées sur l'impact sanitaire de la chaleur, elle estime qu'une réduction de 1°C de la température de l'air « peut faire la différence » (Rupa Basu, entretien du 02/03/2023). En ce qui concerne les impacts sur les choix de mobilités, quelques études suggèrent que « les températures supérieures à 28 °C, combinées à une humidité élevée, ont un effet négatif sur le recours au vélo » (Böcker, Dust & Prillwitz : 2013).

Dès lors, on peut faire l'hypothèse que le maintien de la température de l'air en dessous de ce seuil à l'échelle d'un quartier favoriserait le recours à ce mode de transport. Pour résumer, il est possible d'affirmer qu'à partir de certaines valeurs seuils de la température de l'air qui restent encore à préciser (28 °C - 29,4 °C), une réduction de 1°C à l'échelle d'un quartier grâce à ces nouveaux enrobés pourrait avoir des impacts mesurables sur les choix de mobilités et la santé sur la base de différents travaux de recherche. Il reste à investiguer si une réduction de 1°C de la température de l'air à l'échelle de tout un quartier peut être obtenue avec ce type de technique. Localement, il semblerait que ce type d'enrobé puisse avoir un impact favorable sur la baisse des besoins de climatisation dans les magasins, en diminuant les apports de chaleur à travers les vitrines. Les autres impacts socio-économiques positifs (bien-être, attractivité, etc.), ainsi que les éventuels impacts négatifs (consommation d'eau, entretien, etc.) seront évalués dans la suite de la mission sur la base de la littérature scientifique existante.

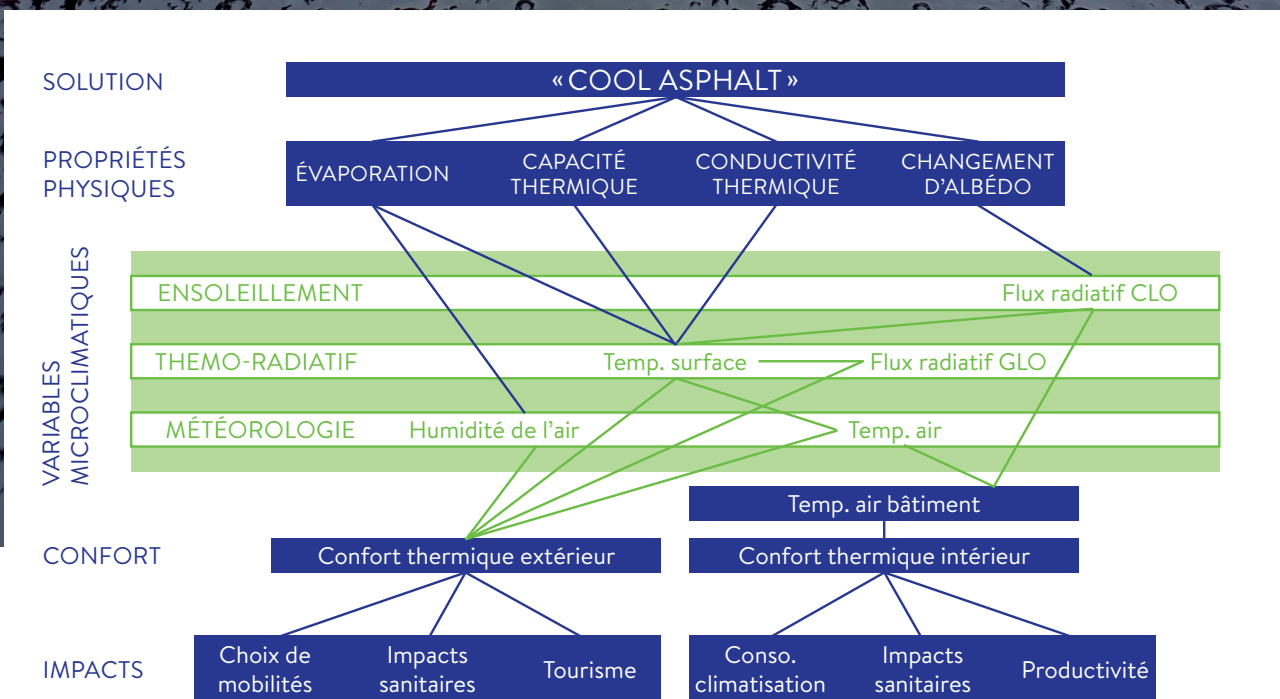
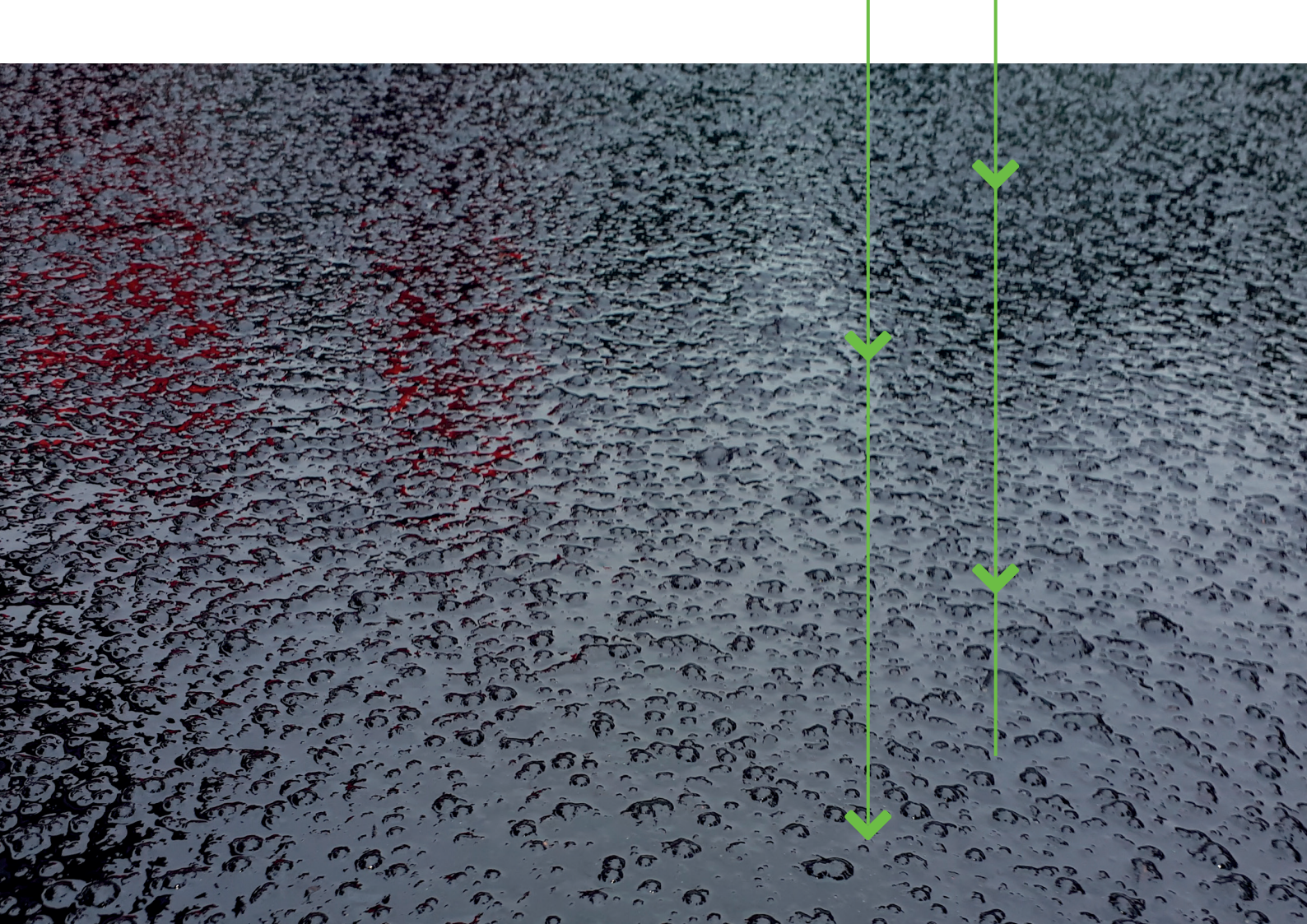


Figure 2 : Schéma détaillé des effets intermédiaires d'une solution de rafraîchissement et de la relation entre les différents paramètres.

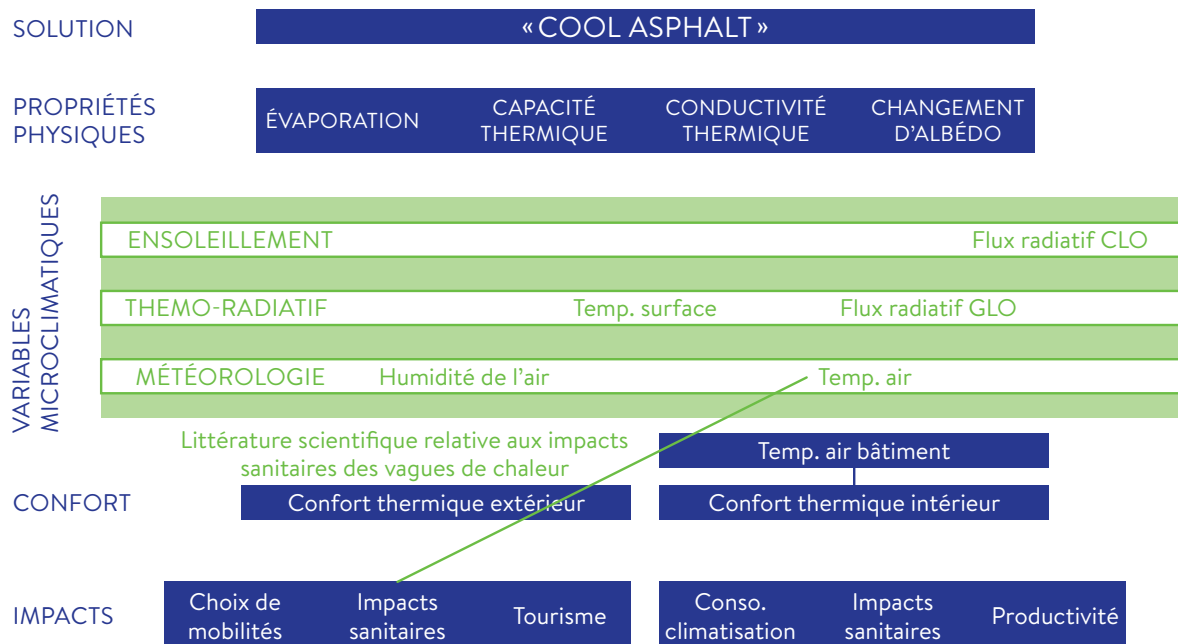


Figure 3 : Cartographie de la littérature scientifique relative aux impacts sanitaires des vagues de chaleur.

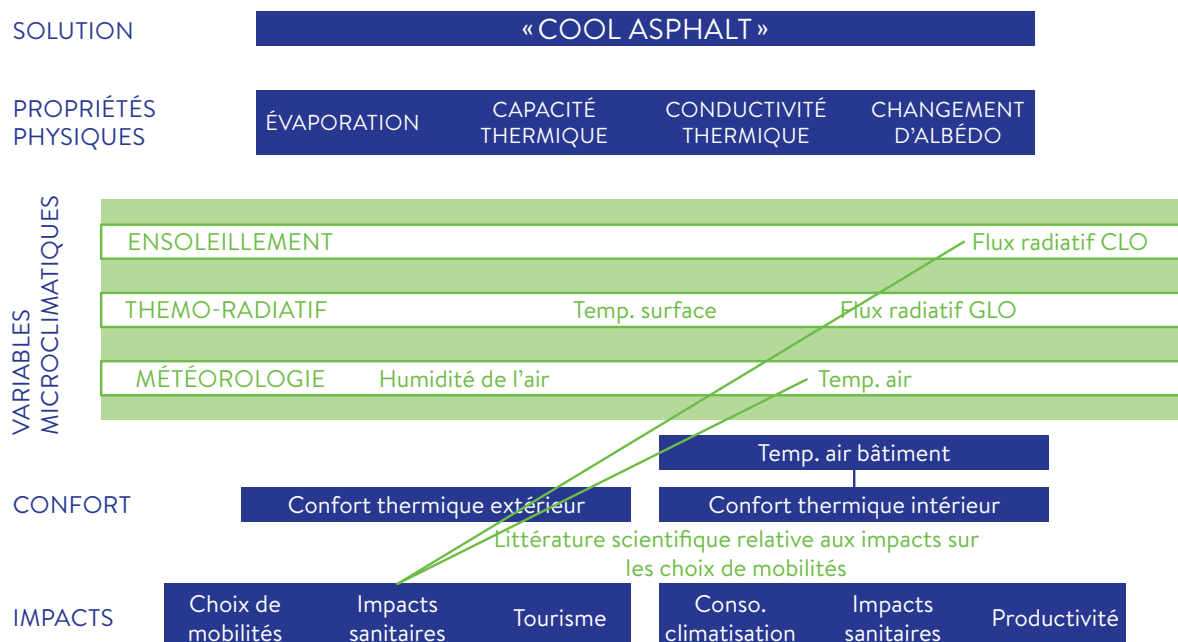


Figure 4 : Cartographie de la littérature scientifique relative aux impacts de la météo sur les choix de mobilités.

COOL
& LOW NOISE
ASPHALT PROJET
LIFE

Pour en savoir plus : www.life-asphalt.eu

Pour rester en contact : lifeasphalt@gmail.com